

**Tagungsbeitrag zu:** Jahrestagung der DBG, Kommission V/AG Bodensystematik  
**Titel der Tagung:** Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung  
**Veranstalter:** DBG,  
**Termin und Ort der Tagung:**  
7.-12. September 2013, Rostock  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikat.) <http://www.dbges.de>

## **50 Jahre Substratansprache in Deutschland – Revolution der Bodenkennzeichnung?!**

Altermann, M.<sup>1)</sup>; Lieberoth, I.<sup>2)</sup>;  
Kühn, D.<sup>3)</sup>; Thiere, J.<sup>4)</sup> \*)

### **Zusammenfassung:**

Mit der Einführung der Substratansprache vor etwa 50 Jahren und deren Weiterentwicklung wurde die typisierte, gewichtete und vereinheitlichte Kennzeichnung der Bodenfestsubstanz sowie deren Wechsel in der Vertikalabfolge ermöglicht und damit ein entscheidender Fortschritt in der Bodenbeurteilung nach Bodenformen erreicht. Die verschiedenen Substratarten werden durch die Substratzusammensetzung und Substratgenese sowie der vertikale Substratwechsel in verschiedenen Tiefenstufen gekennzeichnet. Der hierarchische Aufbau der Substratsystematik ermöglicht sowohl die vereinfachte (Substratklasse) als auch eine differenzierte Substratkennzeichnung (Substrattyp, Substratsubtyp). Die Substratsystematik stellt das Wesentliche der Bodenzusammensetzung heraus und lässt – trotz großer Varianz – die Kennzeichnung von Bodenformen und Flächen nach gleicher Methodik und eine reproduzierbare Ableitung substratrelevanter Bodeneigenschaften zu.

**Schlüsselworte:** Bodenansprache, Bodenzusammensetzung, Substrat, Substratsystematik, Substratbildung, Bodenbildung

### **1. Bodenkennzeichnung – ein Rückblick**

Bereits im Altertum wurden für Steuererhebungen Bodenbonitierungen vorgenom-

<sup>1)</sup> Wilhelm-Raabe-Str. 9, 06118 Halle

<sup>2)</sup> Am Mahlbusen 54, 16321 Bernau b. Berlin

<sup>3)</sup> LBGR Brandenburg Inselstr.26, 03046 Cottbus

<sup>4)</sup> Am Stadion 15, 16225 Eberswalde

\*) Herrn Oberforstmeister W. Schwanecke (Weimar) danken wir für freundliche Hinweise

men, ebenso in den deutschen Ländern vom Mittelalter bis in die Neuzeit nach unterschiedlichsten Methoden. Zunächst war die **Flächengröße** das Bewertungsmerkmal. Später erkannte man, dass es gerechter war, den Boden auch nach seiner Produktivität zu besteuern. So erfolgte z. B. bereits seit dem 16. Jahrhundert in Mecklenburg die Besteuerung nach der **Bodenbonität** (Scheffel Aussaat)!

Mit den von A. D. Thaer (1813) definierten **Bodenarten** nach dem Ton-, Sand-, Humus- und Kalkanteil erfolgte ein entscheidender Wendepunkt in der Bodenkennzeichnung. Dokutschajew, Hilgard u. a. begründeten vor über 100 Jahren die genetische Bodenkunde, auf deren Basis inzwischen eine differenzierte Systematik bodengenetischer Einheiten (**Bodenvarietäten** bis **Bodenabteilungen**) vorliegt. Die genetische Bodenkennzeichnung vernachlässigt aber weitgehend die mineralische Bodenzusammensetzung, was für Fragestellungen der Praxis jedoch nachteilig ist. Laatsch (1934) erkannte dies als einer der Ersten, und für ihn war die *„Umstellung ... zu einer kombinierten Bodenarten- und Typaufnahme erforderlich...“*. So legte er eine deckungsgleiche Bodentypen- und Bodenartenkarte für das Gebiet Halle-Nord vor.

Die erste Koppelung bodengenetischer Kriterien mit der Kennzeichnung der Bodenzusammensetzung erfolgte in Ansätzen bereits mit der **Bodenschätzung** durch Ausweisung der Zustandsstufen (und weiterer bodengenetischer Hinweise) sowie der **Bodenart** – einschließlich der Gruppen der Ausgangsgesteine.

Bodenkennzeichnungen (Bodenkartierungen) nach dem 2. Weltkrieg fußten auf bodengenetischer Grundlage mit zusätzlicher Angabe der Bodenzusammensetzung. Als Beispiele für die Koppelung bodengenetischer Inhalte mit Angaben zur Bodenzusammensetzung (Bodenart) in den Kartiereinheiten sollen hier die Bodenkarte von H. Stremme aus dem Jahre 1956 für die Bezirke Potsdam und Frankfurt/Oder und die Karte Paderborn des Landes NRW gelten (Flächenfarbe: bodengenetischer Inhalt, Signaturen: Bodenart, Schichtaufbau).

In Deutschland lag zwar eine detaillierte (zwischen Ost- und Westdeutschland etwas abweichende) boden-

genetische Systematik vor, allerdings wurde zur Kennzeichnung der Bodenzusammensetzung weiterhin uneinheitlich vorgegangen.

Mit der Einführung des „**Substrats**“ und dessen Klassifikation in die Bodenkunde ab 1962 durch Kopp, Schwanecke, Hurttig, Lieberoth, Schilling und auch Ehwald sowie weitere Bodenkundler wurde es möglich, die Kennzeichnung der Bodenzusammensetzung für eine einheitliche Anwendung unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien zu klassifizieren und zu typisieren. Der entscheidende Anstoß für dieses Konzept kam von Schilling (1962), der die Notwendigkeit herausstellte, die Ergebnisse seiner Deckschichtenforschungen in die Bodensprache einfließen zu lassen. Außerdem forderte die land- und forstwirtschaftliche Praxis Ostdeutschlands zur Nutzung der boden- und standortkundlichen Forschungsergebnisse ein Konzept zur umfassenden und verständlichen Bodenkennzeichnung. Folgerichtig wurde hier erstmals durch die Koppelung der Substrat- (Substrattyp) und der Bodengenese Kennzeichnung (Bodentyp) die **Bodenform** gebildet. Bereits in den Jahren 1964-1966 erfolgten unter der Leitung von I. Lieberoth für die Agrarflächen von 6 ostdeutschen Gemeinden Kartierungen nach diesem Bodenformenkonzept, welches zeitgleich auch die Forstliche Standortserkundung der DDR zur Kennzeichnung der Standortformen anwandte. Die Grundzüge der in Eberswalde entwickelten Substratansprache wurden 1967 auf einer internationalen Tagung vorgestellt (Lieberoth 1970). Dagegen wurde damals in den westdeutschen Bundesländern keine einheitlichen Substratansprache praktiziert (siehe KA2 1971; KA3 1982).

In der TGL 24300 (zuletzt 1985) des Normenkatalogs der DDR wurden die verschiedenen Substrate zur Bildung von Bodenformen zusammengestellt und damit für die landwirtschaftliche Standortskartierung seit 1970 vereinheitlicht und verbindlich. Die Forstliche Standortskartierung der DDR legte in ihren Standortserkunderanweisungen (SEA) die Substratklassifikation fest.

Der AK Bodensystematik der DBG erarbeitete seit Beginn der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts eine **Systematik der bodenbildenden Substrate** (AK

Bodensystematik d. DBG 1998), die zuvor 1994 auch in die KA4 einging. So kam es erst mit der KA4 (1994) in Deutschland zu einheitlichen Regeln für die Bodenarten- und Substratansprache. Die Substratsystematik wurde inzwischen weiter entwickelt und der aktuelle Stand in der KA5 (2005) als Vorgabe dokumentiert.

## 2. Substratdefinitionen

Im **Duden** wird Substrat definiert als materielle Grundlage, Substanz. Die **Geologie** erfasst mit Substrat das Gestein „unter einer Schicht“ (also das Liegende). Die **Bodenkundler** der Eberswalder Schule (s.o.) kennzeichneten mit dem Substrat Unterschiede in der Körnung und petrographischen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials (Carbonatgehalt, Gehalt an allochthoner organischer Substanz). „*Das Substratprofil drückt ... Eigenschaften und Merkmale aus, die aus dem geologischen Ausgangsmaterial ererbt sind... Die vertikale Folge der Substratschichten ergibt den Substrattyp*“ (Kopp 1969).

Die Substratdefinition nach Lieberoth (1982; auch in der TGL 24300, zuletzt 1985) lautet: „*Substrat ist das nach Körnung und bodenkundlich wichtigen petrographischen Merkmalen gekennzeichnete Material des Bodens; es kann ein- oder mehrschichtig sein. Der im Bereich des Solums befindliche Teil des Substrates kann als Bodensubstrat bezeichnet werden.*“ Lieberoth, Kopp & Schwanecke (1990) schreiben in ihrer vereinheitlichten Klassifikation der Mineralböden der forstlichen und landwirtschaftlichen Standortskartierung: „*Unter Substrat ist das Material zu verstehen, in dem der Boden ausgebildet ist. Das Substrat wird gekennzeichnet durch Substratart und Substratfolge. Dabei wird unter Substratart die Zusammensetzung des Bodenmaterials nach Körnung und Anteil an allochthon-organischer sowie silikatisch-karbonatischer Substanz verstanden. Mit der Substratfolge wird die vertikale Abfolge der Substratarten im Bodenprofil gekennzeichnet.*“

Der AK Bodensystematik der DBG (1998) definiert das Substrat in der „Systematik der bodenbildenden Substrate“ folgendermaßen: „*Das Substrat ist das Material, aus dem die Festsubstanz des Bodens besteht. Substrate charakterisieren somit die bodenbildenden Ausgangsge-*

steine sowie deren Verwitterungs-, Umlagerungs- und Verlagerungszustand.“ Diese Definition wurde auch in die KA5 (2005) übernommen. Damit ist im Gegensatz zum (Boden-)Ausgangsgestein der Ist-Zustand gemeint. Der geologische und der bodenkundliche Substratbegriff haben einen unterschiedlichen Inhalt, sie sind also nicht identisch! Leider hat sich der Lieberoth'sche Vorschlag „Bodensubstrat“ (s.o.) zur Abgrenzung vom geologischen Substratbegriff nicht durchgesetzt.

### 3. Substratkriterien

Kopp, Hurtig, Lieberoth, Schwanecke (sowie TGL 24300) kennzeichneten das Substrat durch folgende Parameter:

- zusammengefasste Körnungsart des Feinbodens,
- Skelettanteil und Skelettform (Kies, Grus, Schotter, Schutt),
- lithologisch/genetische Gruppen: „Tief-land-“, Löß-, Berg(land)-, Auen-, Kolluvial-, Kalk-, Torf-, Mudd(e)-, Kipp-Substrate; z.B. Auensand, Kolluvialschluff,
- Typisierung der Vertikalabfolge der Substrate (mittels Substrattypen) in 4 Tiefenstufenbereiche: <3..4 dm; 3..4 bis 8..9 dm; 8..9 bis 12 dm; >12 bis 20 dm.

Die Benennung der **Substrattypen** erfolgte unter Verwendung von Kennwörtern, z.B. Decklöß (Löß, 3-8 dm, über durchlässigem Material), Deckauenlehm, Tieflehm (Sand, 3-8 dm, über Lehm), Lehmkerf (Lehm über Ton). Zur Ausweisung von **Substrat-subtypen** wurden die zusammengefassten Körnungsarten differenziert, und für das Bergland erfolgte eine Aufgliederung der Substrattypen durch Angabe der Gesteinsart.

Von Thiere (Thiere & Schmidt 1979) wurden für die Standortparameter Substrat, Hydromorphie und Hangneigung Flächentypen definiert. So ist der **Substratflächentyp** durch bestimmte Flächenanteile von Substrattypen gekennzeichnet, und er ermöglicht für heterogene Flächen eine reproduzierbare Aussage substratabhängiger Bodeneigenschaften (z. B. Bewirtschaftungseignung). Die Flächentypen sind ein entscheidendes Element zur Auswertung der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung für die landwirtschaftliche Praxis (Schmidt & Diemann 1971).

Vom Arbeitskreis für Bodensystematik der DBG wurden nach 1990 die Kriterien für

die Substratarten, differenziert durch die Substratzusammensetzung und die Substratgenese, erarbeitet (AK Bodensystematik 1998, KA4 1994, KA5 2005). Die Substratzusammensetzung gibt die Gesamtbodenart (Grob- und Feinbodenart), den Carbonat- und Kohlegehalt sowie das Fest- bzw. Lockergestein der Ausgangsgesteine wieder. Die Parameter der Substratzusammensetzung werden durch die Stellung in den Wortkombinationen gewichtet ausgedrückt (z.B. **Kalklehmschluff**: 2-<25M.-%  $\text{CaCO}_3$ ; **Lehmschluffkalk**: 25-<75M.-%  $\text{CaCO}_3$ ). Kennsilben kennzeichnen die Substratgenese (z.B. Kryo..., Fluvi..., Anthro...); Hierarchiebeispiel Substratarten-Hauptgruppe: Sand; -Gruppe: Kryosand (aus Geschiebedecksand) und -Untergruppe: Kryoturbatschluffsand (aus Geschiebedecksand).

Die bei der Klassifizierung aufgestellte Hierarchie in Hauptgruppe, Gruppe und Untergruppe für die Substratarten wird zusammen mit der Typisierung der vertikalen Abfolgen von Substratarten in verschiedenen Niveaus **substratsystematischer Einheiten** ausgedrückt; Hierarchiebeispiel: **Substratklasse**: Sand über Lehm, **Substrattyp**: Kryosand (aus Geschiebedecksand) über Kryolehm (aus Geschiebemergel) und **Substratsubtyp**: Kryoturbatschluffsand (aus Geschiebedecksand) über Fließsandlehm (aus Geschiebemergel) über tiefem Moränenkalklehmschluff (aus Geschiebemergel).

Nach den KA5-Regeln sind die verschiedenen Ebenen der Substratarten-Parameter den entsprechenden hierarchischen Niveaus der substratsystematischen Einheiten zuzuordnen. Hierzu schlägt allerdings I. Lieberoth vor, bei Bedarf für bestimmte Parameter eine vom jeweiligen genutzten hierarchischen Niveau abweichende stärkere Differenzierung zu ermöglichen (z.B. Differenzierung der Sande nach der Bodenartengruppe bereits auf dem Niveau des Substrattyps). Dies wurde für die Bodenarten bereits teilweise durchgeführt (BÜK 200). Mit der Substratkennzeichnung der Kartiereinheiten nach KA5 in der inzwischen fast flächendeckend vorliegenden BÜK 200 hat die Substratsystematik ihre Bewährungsprobe bestanden.

### 4. Prozesse der Substratbildung

Die Notwendigkeit der Kennzeichnung des

Substrats der Böden ist auch durch den Ablauf von Substratbildungsprozessen in der Pedosphäre begründet. Aus den (in der Vertikalabfolge meistens unterschiedlichen) Ausgangsgesteinen entstanden Substrate. Unsere Böden sind somit das Ergebnis von pedogenetischen Prozessen (Verbraunung, Lessivierung, Vergleyung usw.) und Substratbildungsprozessen. Bei den periglaziären Substratbildungsprozessen wird zwischen **Kryoklastik** (Frostverwitterung mit den Teilprozessen Kongelifraktion, Desquamation, Verlössung), **Kryotranslokation** (periglaziäre Substratverlagerung mit den Teilprozessen äolische Akkumulation, Solifluktion und Anspülung, fluviatile Akkumulation) und **Kryoperstruktion** (periglaziäre Substratumbildung mit den Teilprozessen Destratifikation, Kryolithotropie, Kryoturbation) unterschieden. Auch außerhalb des periglaziären Milieus (extraperiglaziäre Substratbildungsprozesse) wirkten und wirken **substratbeeinflussende Pedogenesen** (Bioturbation, Ausfällung, Tonverlagerung, Entkalkung), **Technoperstruktion** (Bodenbearbeitung und weitere anthropogene Einflüsse) sowie die **Translokation** (äolische, fluviatile kolluviale, anthropogene Akkumulation) (nach Altermann u. a. 2008).

## 5. Komplettierung der Bodenkennzeichnung durch die Substratansprache

Die Einführung der Substratansprache war für die Bodenkennzeichnung durchaus revolutionierend, denn es wurde

- die typisierte, gewichtete und vereinheitlichte Kennzeichnung der Bodenzusammensetzung,
- die typisierte Kennzeichnung der Vertikalabfolge der Bodenfestsubstanz,
- die Kennzeichnung der Genese der Bodenfestsubstanz,
- die Kennzeichnung des Ausgangsgesteins zur Substratbildung,
- die vereinfachte als auch differenzierte Substratkennzeichnung durch Ausweisung einer Hierarchie für die Parameter,
- die komplexe Kennzeichnung von Böden (Bodenformen) und Flächen (Bodenformengesellschaften) nach gleicher Methodik – eine Voraussetzung für die Konzipierung von Bewirtschaftungs-, Meliorations- und Bodenschutzmaßnahmen,
- die reproduzierbare Ableitung substratrelevanter Bodeneigenschaften,

- die effektive Datenverarbeitung und Erhöhung der Akzeptanz bodenkundlicher Ergebnisse und
- eine einheitliche „bodenkundliche Sprache“ als Voraussetzung für die Umsetzung bodenkundlichen Wissens nach Regeln reproduzierbar ermöglicht!

## 6. Literatur

AG Bodenkunde der Geologischen Landesämter ... (1971): Kartieranleitung. - 2. Aufl.; Hannover (als **KA2** zitiert).

AG Bodenkunde der Geolog. Landesämter (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 3. Aufl.; Hann.(als **KA3** zitiert).

AG Boden der Geolog. Landesämter ..... (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4.Aufl.; Hann. (als **KA4** zitiert).

AG Boden der Staatl. Geolog. Dienste... (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 5. Aufl. Hann. (als **KA5** zitiert).

AK für Bodensystematik d. DBG - Federführung: Altermann & Kühn (1998): Systematik der bodenbildenden Substrate. - In: Mitt. d. Deutschen Bodenkundl. Ges., **86**:135-174.

Altermann, M.; Jäger, K.-D.; Kopp, D.; Kowalkowski, A.; Kühn, D.; Schwanecke, W. (2008): Zur Kennzeichnung und Gliederung von periglaziär bedingten Differenzierungen in der Pedosphäre.–Waldökologie, Landschaftsforsch. u. Naturschutz, **6**:5-42. Greifswald.

Kopp, D., u. a. (1969): Die Waldstandorte des Tieflandes. Ergebnisse forstl. Standortserk. DDR, 1. Bd., 1. Lieferung; Eigendruck VEB Forstprojektion Potsdam. 141 S.

Laatsch, W. (1934): Die Bodentypen um Halle (Saale) und ihre postdiluviale Entwicklung. – Inaug.-Dissertation, Halle.

Lieberoth, I. (1970): Die Bodenformen der landwirtschaftlich genutzten Standorte und die wichtigsten Merkmale zu ihrer Ansprache und Gliederung. In: Beiträge zur Bodensystematik unter besonderer Berücksichtigung reliktscher und rezenter Merkmale. – Tagungsbericht der DAL Berlin (Tagung Okt. 1967), **102**:33-53.

Lieberoth, I. (1982): Bodenkunde.- 3. Aufl.; VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin; 432 S.

Lieberoth, I.; Kopp, D.; Schwanecke, W. (1991): Zur Klassifikation der Mineralböden bei der land- und forstwirtschaftlichen Standortskartierung. – Petermanns Geographische Mitteilungen, **3**:153-163.

Schilling, W. (1962): Jungpleistozäne periglaziale Deckschichten als Ausgangssubstrat der Bodenbildung im thüringisch-sächsischen Mittelgebirgsraum. – Drudea, Mitt. d. Geobot. Arbeitskreises Sachsen-Thüringen, **4**:41-44.

Schmidt, R.; Diemann, R. (1981): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung.- FZB Müncheberg der DAL, Eberswalde

TGL 24 300 (1985): Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte. – AdL der DDR. Berlin.

Thaer, A. D. (1813): Versuch einer Ausmittlung des Rein-Ertrages der productiven Grundstücke mit Rücksicht auf Boden, Lage und Oertlichkeit. – 156 S.; Berlin.

Thiere J.; Schmidt, R. (1979): Kriterien von Flächentypen bei der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin **23**:529-537.